Die Statocysten der Brachyuren

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät, Sektion II

der

Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt

am 1. Januar 1927

von

Max Sesar

Studienassessor

am Gymnasium St. Stephan in Augsburg.

Verlag Hieronymus Mühlberger, Augsburg

Berichterstatter: Geheimrat Prof. Dr. R. v. Hertwig.
Tag der mündlichen Prüfung: 16. II. 1927.

Es obliegt mir die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Richard von Hertwig, den wärmsten Dank zum Ausdruck zu bringen für die vielen wohlwollenden Hinweise und wertvollen Ratschläge, denen vorliegende Arbeit ihr Zustandekommen verdankt. Ebenso möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. Heinrich Balß zu danken für sein liebenswürdiges Entgegenkommen und seine tatkräftige Unterstützung bei der Beschaffung und Auswahl des Untersuchungsmaterials.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548312_0066

Inhalt.

Seite

A. Einleitung 9
B. Präparationstechnik 10
C. Allgemeines 11
D. Spezieller Teil 13

Anomuren 13
Brachyuren 13

I. Tribus: Dromiaceen 13

a) Homolodromiiden 13

Dicranodromia Doederleini 13
Homolodromia Bouvieri 13

b) Dromiiden 13

Dromia Rumphii 13
Dromia vulgaris 14
Dromia atlantica 14

c) Homoliden 14

Latreillia phalangium 14
Homola barbata 14
Homolochunia Valdiviae 14

II. Tribus: Oxystomen 15

a) Dorippiden 15

Cymonomus granulatus 15
Cyclodorippe uncifera 15
Dorippe doripes 15

Seite

b) Raniniden 16
Lyreidus tridentatus 16
c) Calappiden 16
Calappa hepatica 16
Matuta Banksii 16
Calappa granulata 16
Orithyia mamillaris 16
d) Leucosiiden 16
Leucosia obtusifrons 16
Philyra scabriuscula 17

III. Tribus: Brachygnathen 17

1. Gruppe: Oxyrhynchen 17
a) Hymenosomiden 17
Hymenosoma orbiculare 17
Halicarcinus planatus 17
b) Maiiden 17
Physachaeus ctenurus 17
Pleistacantha St. Johannis 18
Chionoecetes opilio 18
Pugettia quadridens 18
Hyas araneus 18
Maja verrucosa 18
Scyramathia Hertwigi 18
Cyrtomaja horrida japonica 18
Cyrtomaja Suhmi platyceros 19
Pisa nodipes 19
Achaeus cranctii 19
c) Parthenopiden 19
Lambrus longimanus 19
Ceratocarcinus japonicus 19

2. Gruppe: Brachyrhynchen 19
(1. Cyclometopen) 19

Seite

a) Corystiden 19
Corystes cassivellanus 19

b) Portuniden 19
Polybius Henslowi 19
Neptunus pelagicus 19
Portunus depurator 19
Thalamita natator 19

c) Potamoniden 20
Potamon fluviatile. 20
Potamocarcinus dentatus 20

d) Atelecycliden 20
Trachycarcinus corallium 20
Atelecyclus rotundatus 21
Thia polita 21

e) Cancriden 21
Cancer japonicus 21
Carcinus maenas 21
Platycarcinus pagurus 21

f) Xanthiden 21
Eriphia laevimana 21
Actaea calculosa 22
Chlorodius niger 22
Atergatis roseus 22
Liomera cinctimana 22
Pilumnus hirtellus 22
Trapezia sp. ? 22
Chlorodius sp. ? 22

g) Gonoplaciden 22
Gonoplax angulata 22
Geryon affinis 22

(2. Catometopen) 22
h) Pinnotheriden 22

Seite

Pinnotheres pisoides 22
Pinnotheres pisum 23
Xenophthalmus pinnotheroides 23

i) Retroplumiden 23

k) Paliciden 23

l) Grapsiden 23

Geograpsus lividus 23
Eriocheir japonicus 23
Sesarma dekaani 23
Nautilograpsus (Planes) 24
Grapsus sp. ? 24
Gelasimus sp. ? 24

m) Geocarciniden 24

Gecarcinus ruricola 24
Cardisoma armatum 24

n) Ocypodiden 24

Ocypode Stimpsoni 24
Ocypode aegyptiaca 24
Myctiris sp. ? 24

E. Ergebnis 25

F. Schlußfolgerungen 27

G. Literaturverzeichnis 28

Einleitung.

Für die genauere Kenntnis von Bau und Funktion der Statocysten bei den makruren Dekapoden waren vor allem zwei Arbeiten bedeutungsvoll: Hensen legte 1863 eingehend die anatomischen Verhältnisse dieser Sinnesorgane dar, wobei er sich allerdings noch von der älteren Auffassung ihrer rein akustischen Tätigkeit leiten ließ; Kreidl erbrachte 1893 zum erstenmal den einwandfreien Nachweis, daß es sich um statische Organe handle. Er gab der frisch gehäuteten Garneele Palaemonetes in filtriertem Wasser Eisenfeilspäne zur Statolithenbildung und setzte dieselben der Einwirkung eines starken Magneten aus, worauf das Tier dessen Anziehungskraft in gleicher Weise gehorchte wie vorher der Schwerkraft. Wichtig war ein weiterer Ausbau der physiologischen Versuche durch Kühn 1919, die besonders den Verlauf der statischen Nerven und die Verhältnisse der Reizleitung klärten, so daß die ausschließlich statische Funktion der Statocysten heute nicht mehr in Frage steht. — Mit den Brachyuren hatten sich nur gelegentlich einige Forscher in dieser Richtung befaßt und Prentiss konnte als Gesamtergebnis 1901 formulieren: Es gibt bei den dekapoden Crustaceen zwei Typen von Statocysten. Der eine ist ein offenes Bläschen mit Sinneshaaren am Grunde, auf denen Statolithen ruhen; er kommt allen Marcuren zu. Der zweite ist ein geschlossener Hohlraum mit Sinneshaaren aber ohne Statolithen; er ist allen Brachyuren eigen. Die Wirkungsweise des letzteren Typus kann nur dynamisch durch Verschiebungen der Endolymphe, wie in den Bogengängen des Wirbeltierohres, erfolgen. —

Gilt nun diese Regel für alle Krabben oder gibt es Ausnahmen und Übergangsformen, welche einen derartigen Funktionswechsel in ein und derselben Crustaceenordnung verständlich machen und wie kommt ein solcher zustande? Diese Fragen sucht vorliegende Arbeit zu beantworten.

Präparationstechnik.

Da es sich bei der Kleinheit und harten Panzerung des ersten Antennenbasalgliedes als unzweckmäßig, wenn nicht unmöglich erwies, die dünnwandige, kompliziert gefaltete Statocyste unverletzt herauszupräparieren, wurde von dieser Methode in den meisten Fällen Abstand genommen. Zur Gewinnung von Totalpräparaten wie Schnittmaterial bewährte sich aufs beste eine Behandlung der ganzen Antenne mit Diaphanol (Chlordioxydessigsäure). Das fixierte, gehärtete Objekt wird einige Zeit in reines Wasser gelegt und dann einer 24-stündigen Einwirkung dieses vorzüglichen Aufhellungsmittels ausgesetzt. Dadurch werden nicht nur die Pigmente des Chitins zerstört und dasselbe absolut weich und durchsichtig gemacht, sondern auch die Kalkeinlagerungen unter Kohlendioxydentwicklung gelöst. Ist diese Veränderung genügend fortgeschritten, so führt man das Objekt langsam durch 70- und 96% Alkohol in absoluten und hierauf in Tetralin über. Hier erlangt dasselbe in etwa einer Stunde eine derart hyaline Beschaffenheit, daß die gesamte Statocyste durch die Wand des Basalgliedes sichtbar wird und dasselbe direkt zum Kanadabalsampräparat gemacht werden kann. Eine ganz hervorragende Methode zur Entfärbung und Erweichung des Chitins, die besonders für histologische Untersuchungen den Vorzug verdient, da sie die Weichteile besser schont, besteht nach Eidmann darin, daß man die Objekte in geschlossenem Gefäß aus Kaliumchlorat und Salzsäure entwickeltem Chlor aussetzt. Zum Schneiden mit dem Mikrotom kann die Antenne aus dem Tetralin gleich in Paraffin eingebettet werden. Ich zog es vor, Querschnitte durch das Basalglied zu legen, da auf solchen die Einstülpungsfalte, bezw. ein vorhandener Öffnungsspalt, immer getroffen wird. Da dünne Schnitte in unserem Falle schwierig und zwecklos wären, wurden als Schnittdicke etwa 50 μ gewählt. Als Farbstoff für solcherweise vorbehandeltes Chitin eignete sich ganz besonders Kongorot in alkoholischer Lösung. Bleu de Lyon und Pyrogallussäure zeitigten weniger gute Resultate.

Allgemeines.

Als Träger der Statocyste fungiert bei allen Dekapoden das Basalglied der ersten Antenne. Während dieses jedoch bei den Macruren parallel zur Längsachse des Körpers längsgestellt ist, erscheint es bei den meisten Brachyuren um 90° in der Horizontalebene gedreht, so daß sein distales Ende gegen die Körpermediane gerichtet ist. Trotzdem wurden im Folgenden die für Macruren ohne weiteres verständlichen Bezeichnungen distal und proximal in der Längsrichtung, sowie lateral und median in der Querrichtung des Basalgliedes beibehalten. Wie bei den Macruren, so ist auch bei den Krabben der Statocystensack eine Einsenkung der dorsalen Chitinwand des Antennengliedes in die darunterliegende Muskelschicht. Während aber bei den Macruren dieser Sack in der Regel offen bleibt, haben sich bei vielen Brachyuren dessen dorsale Ränder einander genähert, so daß nur mehr ein schmaler Öffnungsspalt sichtbar ist, oder sie haben sich sogar fest gegeneinander gelegt und können schließlich auch miteinander verschmolzen sein, was natürlich den völligen Verschluß des Grübchens bedeutet. In letzterem Fall hängt also das Statocystenbläschen nur durch eine Chitinleiste mit der Dorsalwand des Basalgliedes zusammen. Die Ansatzstelle dieser Leiste oder der Ort der ursprünglichen Einstülpung ist äußerlich am Antennenglied immer an einer dorsalen Längslinie zu erkennen, die sich, meist S-förmig gebogen, oft um das proximale Ende des Basalgliedes herum bis auf dessen Ventralseite verfolgen läßt. In der Statocyste selbst hat diese verlängerte Einstülpungslinie meist eine proximale bis ventrale Einbuchtung ins Lumen zur Folge, welche, je nach der Ausdehnung der Aufhängungsleiste, noch mit dieser in Verbindung stehen kann (vergl. Abb. 7 u. 16). Die in den Querschnitten fast konstant auftretende ventrale Einbuchtung, der „Hammer" Hensens, teilt bei vollkommener Ausbildung das

Bläschen mehr oder weniger in zwei aufeinander senkrecht stehende Hohlräume, die durch einen engen Kanal miteinander verbunden sind. Da in geschlossenen Statocysten keine Statolithen vorhanden sind und demnach die Reizung der Sinneshaare dynamisch durch Verschiebungen der Endolymphe erfolgt, kommt dieser verengten Stelle natürlich erhöhte Bedeutung zu. Tatsächlich findet sich auch auf dem ventralen Buckel über einem nervenreichen Sinnespolster eine Reihe statischer Haare, welche offenbar der ebenfalls ventralen Crista statica in offenen Statocysten (z. B. beim Flußkrebs) entsprechen. Hensen bezeichnete diese Gebilde als Fadenhaare. Andere unregelmäßig auftretende und anscheinend für die Funktion weniger wichtige Haare sind die Haken- und Gruppenhaare, die ventral und lateral an der Cystenwand stehen. Die Crista statica der offenen Statocyste besteht ausschließlich aus Hakenhaaren, welche allein als Träger der Statolithen auftreten. Wenn nun in den geschlossenen Statocysten die Hakenhaare zurück- und dafür die langen, dünnen Fadenhaare in den Vordergrund treten, so können wir darin zweifellos eine Folge des Funktionswechsels vom statischen zum dynamischen Sinnesorgan erblicken. — Leider ließ der Erhaltungszustand der statischen Haare bei dem zur Verfügung stehenden Material oft zu wünschen übrig, so daß ein klares Bild ihrer Anordnung nicht in allen Fällen gewonnen werden konnte. Auf den beigegebenen Abbildungen, deren Studium neben den kurzen Schilderungen allein eine Vorstellung von den komplizierten räumlichen Verhältnissen der Statocyste vermitteln kann, sind nur die jeweils im Querschnitt getroffenen Sinneshaare eingezeichnet. Stehen dieselben direkt auf der ventralen Falte des Sackes, so handelt es sich immer um Fadenhaare. Stehen sie auf lateralen Erhebungen verteilt, so sind sie als Gruppenhaare anzusprechen, während die in Rückbildung begriffenen Hakenhaare stets in einer median-ventralen Vertiefung neben der Hauptfalte zu finden sind.

Spezieller Teil.

Die von mir nicht untersuchten Anomuren besitzen im großen Ganzen die offene Statocyste der Macruren. Nur die landbewohnende Coenobita und die hochentwickelten Galatheiden und Hippiden scheinen nach Hensen bereits über geschlossene, brachyurenartige Statocysten zu verfügen.

Im System der Krabben stehen die **Dromiaceen** wegen ihrer primitiven Organisation auf der untersten Stufe. Viele von ihnen bewohnen die Tiefsee, andere das Litoral der Tropen und Subtropen. Sie stimmen alle darin überein, daß sie die offene Statocyste der Macruren besitzen, deren Öffnung von Schutzborsten überdeckt ist, sich aber bei mehreren Vertretern bis auf einen schmalen Spalt verengt. Im Innern des Bläschens stehen auf einer ventralen Erhebung mehere Hakenhaare, welche den aus verkitteten Sandkörnchen gebildeten Statolithen tragen. Doch treten bereits noch weitere schwache Einbuchtungen mit kleinen Haarbildungen auf, so daß eine Tendenz zur Umgestaltung der Statocyste unverkennbar ist.

Die Familie der Homolodromiiden enthält nur Tiefseeformen: *Dicanodromia Doederleini Ortm.*, welche nach Doflein die primitivste rezente Krabbe ist, die wir kennen, gleicht in ihrer Statocyste noch am meisten dem Flußkrebs, nur ist die dorsale Öffnung schon etwas verengt. (Abb. 1). Bei *Homolodromia Bouvieri Dofl.* ist dies noch mehr der Fall, auch sind die ventralen Einstülpungen des Bläschens bedeutend vertieft.

Bei den Dromiiden ist die Statocystenöffnung schlitzförmig, aber noch weit genug, um Sandkörnchen zur Statolithenbildung einzulassen. Die Tiefseekrabbe *Dromia Rumphii Fabr.* hat eine ziemlich enge, spaltförmige Statocystenöffnung, die aber trotzdem lange Schutzborsten aufweist. Im Innern des Sackes ist außer der kleineren ventralen auch noch eine laterale Einbuchtung, auf welche die statolithentragenden Haken-

haare verlegt wurden, während erstere spärlich mit Fadenhaaren besetzt ist. (Abb. 2). — Kinzig konnte bei *Dromia vulgaris M. E.* aus dem Mittelmeer ähnliche Verhältnisse feststellen: Der Öffnungsspalt ist aber sehr eng und Schutzborsten nur mehr in Rudimenten vorhanden. Obwohl sich noch Statolithen aus kohlensaurem Kalk nachweisen lassen, sind einige Reihen von Fadenhaaren vorhanden. — Die von Doflein untersuchte Tiefseekrabbe *Dromia atlantica D.* hat ebenfalls eine offene, von einem dichten Haarbüschel verdeckte Statocyste. Der Befund: Mehrere statolithenartige Gebilde mit organischem Aufbau und keine statischen Haare bedarf noch der Nachprüfung.

Von den Homoliden hat nur der Grundbewohner *Latreillia phalangium de Haan* aus Japan in dem blasig aufgetriebenen Basalglied eine weit offene Statocyste. Die Ränder der Öffnung tragen keine Schutzhaare und führen in einen langen, weiten Kanal, der allen möglichen feinkörnigen Fremdkörpern zur Statolithenbildung Einlaß gewährt. Das Bläschen ist unregelmäßig, aber nicht tief gefaltet mit den typischen Hakenhaaren am Grunde, die zum Teil auch neben der Ventralfalte stehen. An den Querschnitten verdienen ferner die freien Sinneshaare, welche die Außenwand des Antennengliedes ziemlich gleichmäßig bedecken, ob ihrer merkwürdigen Gestalt nähere Beachtung. Sie sind nämlich abweichend von der gewöhnlichen Haargestalt flach schüsselförmig, ein Fall, der in der Crustaceenklasse wohl einzig dastehen dürfte. Daß es sich dabei tatsächlich um sensible, wahrscheinlich taktische Receptoren handelt, beweisen die Nervenkanäle, welche unter jedem dieser Gebilde des Chitin durchbohren. (Abb. 3). — Bei *Homola barbata var. orientalis Henderson,* einem Tiefseebewohner aus Japan, ist die Statocystenöffnung sehr verengt. Der Schlitz erweitert sich nach innen jedoch bald zu einem kleinen „Vorhof", dessen Wände sich nach unten stark verdicken und zu einem zweiten Spalt aneinanderlegen, der in der Verlängerung des ersten liegt. Dann folgt erst die eigentliche, mehrfach gefaltete Statocyste mit Sinneshaaren und Statolithensand. (Abb. 4). — Doflein fand bei der ostafrikanischen *Homolochunia Valdiviae Dofl.* aus 977 m Tiefe ungefähr dasselbe: Eine große

kugelige Statocyste mit schlitzartigem Vorhof und eingesenkten, kurzen und spitzen Fadenhaaren. Die von wenigen Hakenhaaren getragenen Statolithen bestehen aus organischen und anorganischen Bestandteilen wie Diatomeenschalen, Spongiennadeln usw.

Ganz anders, als bei den bisher besprochenen, noch mehr oder weniger einfachen Formen, liegen die Verhältnisse bei dem zweiten Tribus der Brachyurenunterordnung, den meist litoralen **Oxystomata.** Wir können bei ihnen nebeneinander die beiden Grundtypen der Statocysten feststellen, dazwischen aber auch verschiedene Übergangsformen.

Die Familie der Dorippiden enthält noch zwei Tiefseeformen: *Cymonomus granulatus Norm.* und *Cyclodorippe unciera glaucomma Aic.*, die nach Dofleins etwas unsicheren Angaben in ihren offenen Statocysten den Dromiaceen zu gleichen scheinen. Die zur selben Familie gehörige, allerdings litorale *Dorippe doripes L.* aus der Sagamibai besitzt jedenfalls eine extrem ausgebildete Dynamocyste. Das längsgestellte Basalglied ist dünnwandig, stellenweise sogar unverkalkt. Es weist auf der Dorsalseite wohl eine deutliche Einstülpungslinie, aber keine Öffnung auf. Der Querschnitt zeigt klar die völlige Verschmelzung der beiden Öffnungsränder zu einer einzigen, tief einspringenden Chitinleiste, an welcher die Statocystenblase aufgehängt ist. Letztere ist tief und reichlich gefaltet. Die etwas median verschobene ventrale Erhebung, welche durch eine um das Basalglied herumgreifende Einfaltung der Außenwand entstand, ist deutlich zu sehen. Die durch das Fehlen der Statolithen funktionslos gewordenen Hakenhaare stehen in einem abseits gelegenen, medianen Winkel des Sackes, während die wahrscheinlich noch allein funktionierenden Fadenhaare von einer auffälligen zweiten Vorwölbung der Ventralwand in das Zentrum des Bläschens ragen. Räumlich betrachtet, zerfällt die Statocyste in zwei schmale, aufeinander senkrecht stehende Hohlräume, einen horizontalen und vertikalen, die, wie wir später sehen werden, sehr wohl geeignet erscheinen, dem Tiere die Dimensionen des Raumes zur Wahrnehmung zu bringen. (Abb. 5).

Die Statocyste des litoralen Raniniden *Lyreidus tridentatus d. H.* zeigt eine Übergangsform. Das ebenfalls längs gestellte Basalglied enthält einen ventral gefalteten Sack und läßt dorsal einen sehr engen Öffnungsspalt erkennen, der nach innen zu stark gekrümmt ist, so daß der zu Lebzeiten des Tieres wirksame Turgor wohl seinen Verschluß herbeiführen kann. Dementsprechend finden sich auch weder Schutzhaare, noch Statolithen. (Abb. 6).

Von den sand- und schlammbewohnenden Calappiden weisen zwei Vertreter dieselbe Übergangsform auf. Der Eingang in die Statocyste, dessen Vorhandensein sich nur mehr am Querschnitt nachweisen läßt, ist bereits so eng geworden, daß keine Sandkörnchen mehr eindringen können. Daher wird die statische Wirkungsweise ersetzt durch eine dynamische. Zu diesem Zweck ist es vor allem wichtig, daß das bisher einheitliche Bläschen durch eine Einstülpung seiner Ventralwand nach der bereits geschilderten Weise in zwei Hohlräume zerlegt wird. Diese Einstülpung trägt an ihrer exponiertesten Stelle auch die sensiblen Fadenhaare. Bei *Calappa hepatica L.* kommt dieselbe durch die um das Basalglied herumgreifende Fortsetzung des Öffnungsspaltes zustande (Abb. 7), bei *Matuta Banksii Leach.* von den Philippinen durch die Einstülpung der Statocystenwand allein. Hier finden sich auch noch weitere Haarbildungen an einer lateral gelegenen halbkugelförmigen Einbuchtung. (Abb. 8). — Hensen fand bei *Calappa granulata* den Sack völlig geschlossen und mit den drei Arten statischer Haare ausgerüstet. — Ich kann bei *Orithyia mamillaris,* einem schlammbewohnenden Calappiden aus China, zum gleichen Ergebnis, doch dürfte die schwache Fältelung des Bläschens noch keine höhere Empfindlichkeit des dynamischen Organs sichern. (Abb. 9).

Hochentwickelt ist dasselbe wieder bei den litoralen Leucosiiden. So läßt das Basalglied von *Leucosia obtusifrons d. H.* die Stelle der ursprünglichen Einstülpung nur an einer seichten Vertiefung erkennen. Die beiden Chitinränder sind hier, wie der Querschnitt zeigt, zu einer dicken, dann plötzlich dünn werdenden einheitlichen Leiste verschmolzen, an welcher die verhältnismäßig kleine Statocyste hängt. Dieselbe be-

sitzt außer der primären ventralen auch noch einige dorsale Einfaltungen. (Abb. 10). — Eine ähnliche, aber noch weiter fortgeschrittene Ausbildung der Statocyste zeigt die winzige *Philyra scabriuscula Fabr.* von Ceylon. Das vollkommen geschlossene Bläschen hängt hier mit seiner ganzen Dorsalwand an der eingesenkten Chitinleiste, deren ventrale Verlängerung am Basalglied auch den Sinneshügel mit seinen Fadenhaaren einstülpt. Eine zweite, laterale Einbuchtung dringt tief ins Innere und bewirkt so die für eine gute dynamische Funktion notwendige Teilung des Raumes. (Abb. 11).

Wenden wir uns zum dritten Tribus der Brachyuren, den **Brachygnathen,** so tritt uns zunächst die Familiengruppe der *Oxyrhynchen* entgegen, welche meistens kriechende, träge bewegliche Grundbewohner umschließt.

Die tiefststehende der drei hierhergehörigen Familien ist die der Hymenosomiden, welche eine ganz eigenartige Ausbildung der Statocyste zeigen. Ihr längsgestelltes Basalglied ist sehr dickwandig und ohne jeden Öffnungsspalt. Das Bläschen hat seinen Zusammenhang mit der äußeren Antennenwand verloren. Nur eine dorsalwärts ausgezogene Spitze deutet auf den Querschnitten die Stelle der ursprünglichen Einstülpung an. Die Faltungen sind nicht tiefgreifend, so daß eine dynamische Raumempfindung unwahrscheinlich ist. Dafür findet sich in jeder Statocyste eine kugelige Konkretion aus kohlensaurem Kalk, die offenbar als Statolith wirkt. Die statischen Haare sind sehr unregelmäßig auf die einzelnen Erhebungen der Wand verteilt. *Hymenosoma orbiculare var. geometricum Stimps.* und *Halicarcinus planatus Fabr.* haben derartige Statocysten. (Abb. 12, 13).

In der formenreichen Familie der Maiiden können wir den Übergang von der Statocyste zur Dynamocyste genau verfolgen. Das weit offene Säckchen der Macruren und einiger Dromiaceen tritt zwar nirgends mehr auf, aber ein enger Öffnungsspalt kommt noch bei der Tiefseekrabbe *Physachaeus ctenurus Alc.* vor. Nach Dofleins Angaben finden sich in den beiden Abteilungen des rechtwinkelig geknickten Sackes plumpe aber zartwandige Haare, während eine als Statolith zu deutende Anhäufung von organi-

schem und anorganischem Detritus nur im hinteren, proximalen Teil desselben liegt. — Durch Aneinanderlegen der Öffnungsränder geschlossen und daher statolithenlos sind die Statocysten der litoralen Maiiden. Am primitivsten ist dieser Verschluß bei *Pleistacantha Sancti Johannis Miers.* aus der Sagamibai, deren Einstülpungslinie noch von zahlreichen Dornen und Haaren flankiert wird. In der geräumigen Statocyste lassen die Querschnitte klar die Entstehung der ersten ventralen Einbuchtung mit den Fadenhaaren erkennen. (Abb. 14). — Vollkommener wird der Verschluß durch tieferes Einspringen der aneinanderliegenden Chitinwände, was zugleich eine stärkere Faltung der Bläschenwand zur Folge hat. Bei *Chionoecetes opilio Kr.* von der Mathäusinsel sind die dorsalen Fältelungen wohl auf Schrumpfungserscheinungen des Präparates zurückzuführen. Immerhin ist die ventrale, der Öffnungsstelle gegenüberliegende Falte nicht zu übersehen. (Abb. 15). — *Pugettia quadridens d. H.* aus Japan und *Hyas araneus Leach.* von Helgoland haben den Verschluß noch gesichert durch eine schmale, tiefe Falte der Cystenwand, welche sich von innen vor die Einstülpungsstelle legt. Bei Pugettia läßt sich am Statocystenquerschnitt wieder deutlich das Zustandekommen der ventralen Einfaltung beobachten. (Abb. 16, 17). — Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der von Kinzig untersuchten *Maja verrucosa,* doch ist hier die Ventralfalte bereits so tief, daß sie die Statocyste in zwei Hohlräume mit engem Verbindungsgang zerlegt. Auffallend ist die Tatsache, daß Kinzig trotzdem in dem Säckchen einen halbkugeligen Statolithen aus kohlensaurem Kalk fand. — Am vollkommensten ist der Verschluß der Statocyste, wenn die Öffnungsränder miteinander verschmelzen, was nun wieder bei Grund- und Tiefseeformen vorkommt. Die Stelle der Einstülpung ist besonders auffällig bei *Seyramathia Hertwigi Doflein* aus 500 m an der Anghulasbank durch eine tiefe Rinne in der dorsalen Wand des Basalgliedes gekennzeichnet. Von dieser geht nur eine dünne, einheitliche Chitinleiste ins Innere, an der das geräumige Bläschen hängt. Die Faltung desselben ist unbedeutend, da nur eine größere mediane Erhebung vorhanden ist. (Abb. 18). — Die Tiefseekrabbe *Cyrtomaja horrida japonica* hat denselben Sta-

tocystentypus, doch springt die Verschlußleiste noch tiefer ins Innere vor und ist die Faltung des Bläschens etwas reicher, wenn auch unregelmäßig. (Abb. 19). — Doflein kam bei *Cyrtomaja Suhmi platyceros* von Sumatra zum gleichen Ergebnis. — Die Grundbewohner *Pisa nodipes Leach.* von Peneda und *Achaeus cranchi Leach.* aus dem Mittelmeer haben ebenso geschlossene Statocysten mit verwachsenen Einstülpungsrändern, weisen aber beide die ventrale, wenn auch nicht sehr tiefe Einbuchtung auf. Bei Achaeus kann man schon die zwei aufeinander senkrecht stehenden Hohlräume erkennen. Abb. 20, 21).

Die litoralen Parthenopiden *Lambrus longimanus Leach.* aus dem Indopacific und *Ceratocarcinus japonicus B.* aus der Sagamibai besitzen die typische, geschlossene Brachyurenstatocyste, bei der die eingestülpten Chitinwände mit großen Flächen aneinanderliegen, ohne zu verschmelzen. Die ventrale Einbuchtung, welche die Fadenhaare trägt, ist besonders bei letzterem noch wenig entwickelt. (Abb. 22, 23).

Wir gelangen zur Familiengruppe der *Brachyrhynchen,* welche die früher getrennt behandelten Cyclometopen und Catometopen umfaßt. Erstere verdienen teils als vorzügliche Schwimmer, teils als gelegentliche Landbewohner besonderes Interesse.

Sandbewohner gleich den vorhergehenden Gattungen sind die Corystiden, welche nur wenige Arten aufweisen: *Corystes cassivellanus L.* von Helgoland zeigt ganz die Statocystenform der Parthenopiden, indem auch hier die Einstülpungsränder fest aneinanderliegen, tief ins Innere des Basalgliedes reichen, aber nicht verschmolzen sind. Der ventrale Hügel mit den Sinneshaaren ist wie bei Ceratocarcinus noch niedrig. (Abb. 24).

Typische Schwimmkrabben mit paddelförmigen Hinterbeinen sind die Portuniden. Die Statocysten von *Polybius Henslowi, Neptunus pelagicus* aus dem Indischen Ozean, *Portunus depurator* und *Thalamita natator* sind alle gleich gebaut: Die gewöhnliche Krabbenstatocyste, welche durch die tief einspringenden, aneinandergepreßten Wände ihres Einganges geschlossen ist. Mit den erhöhten Anforderungen an ein statisches Organ

bei völlig freischwimmender Lebensweise hängt es wohl zusammen, daß die ventrale Einbuchtung, welche die Sinneshaare trägt, besonders tief ist und so den Hohlraum deutlich in einen vertikalen und horizontalen Teil zerlegt. (Abb. 25).

Die Statocystenverhältnisse der Potamoniden verdienen erhöhtes Interesse, da sich die Mitglieder dieser Familie dem Leben im Süßwasser angepaßt haben und gelegentlich auch ans Land gehen. Es scheint, als ob wir es hier mit den Anfängen einer Rückbildung zum Macrurentypus zu tun hätten. Die Statocysten sind nämlich durch ventrale und dorsale Einbuchtungen ihrer Wände gut gegliedert, aber offen. Doch ist diese Öffnung sicherlich erst sekundär erworben, da bei *Potamon fluviatile* ihre Wände verschiedene Chitinhöcker und gegenüberliegende Vertiefungen aufweisen, aber in ihrer ganzen Ausdehnung parallel laufen. Außerdem ist der Spalt, den sie zwischen sich frei lassen, sehr schmal, so daß sie bei Lebzeiten des Tieres wohl elastisch aneinandergepreßt werden können und so ein Austrocknen der Statocyste beim Landaufenthalt verhindern. Jedenfalls finden sich im Innern keine Statolithen, was im Verein mit der gewundenen Form des Bläschens zugunsten einer dynamischen Funktion spricht. (Abb. 26). Letztere wird sogar sicher bei *Potamocarcinus dentatus Latr.*, obwohl hier die Öffnung weit einfacher gestaltet ist. Doch ist dieselbe sehr eng und wird das Bläschen durch eine tiefe ventrale und eine noch tiefere, ihr entgegenragende dorsale Falte fast vollkommen in zwei Abschnitte geteilt, deren so eingezwängter Verbindungsgang sicher eine gute dynamische Raumempfindung gewährleistet. (Abb. 27).

Bei den ausschließlich litoralen Atelecycliden können wir nun wieder eine übersichtliche Entwicklungsreihe feststellen. So hat der stark mit Kalk inkrustierte *Trachycarcinus corallium Fabr.* aus der Sagamibai, der überdies eine bedeutend vergrößerte rechte Schere besitzt, eine weit geöffnete Statocyste, wie die meisten Dromiaceen, jedoch ohne Schutzhaare. Das Bläschen selbst ist ziemlich einfach gestaltet und zeigt nur Andeutungen einer ventralen und lateralen Faltung. Da sich in seinem Innern auch Statolithensand findet, unterliegt seine statische

Wirkungsweise keinem Zweifel. (Abb. 28). — Bei *Atelecyclus rotundatus M.E.* von Aberdeen ist noch eine Statocystenöffnung vorhanden, aber schon bedeutend verengt. Auch der Sack ist allseitig reichlich, wenn auch nur oberflächlich gefaltet. Statolithen sind nicht mehr vorhanden, die Funktion also wahrscheinlich unvollkommen dynamisch. (Abb. 29). — Ein vollständiger Verschluß, sogar mit Verschmelzung der Einstülpungsränder, kommt bei *Thia polita Leach.* aus Helgoland zustande. Doch ist das Bläschen noch nicht tief gefaltet und hat nur lateral eine größere Einbuchtung. (Abb. 30).

Selbst die meistuntersuchten Cancriden, deren Statocystenverhältnisse von Hensen und Prentiss für alle Krabben verallgemeinert wurden, haben noch einen Vertreter mit Macrurentypus: *Cancer japonicus Ortm.* mit ziemlich breitem, von Schutzhaaren umsäumtem Öffnungsspalt, dessen Wände sich allerdings bis weit in die Tiefe parallel bleiben. Auch weist die Statocyste schon eine sichtliche Ventralfalte auf. Dieselbe trägt jedoch keine Haare. Solche stehen vielmehr in einer ventralen Vertiefung, wo auch einige Sandkörnchen zu finden sind. (Abb. 31). Die Statocyste von *Carcinus maenas* aus der Nordsee ist durch die Untersuchungen von Hensen, Prentiss, Kinzig u. a. schon seit längerer Zeit bekannt. Das Bläschen ist durch Aneinanderlegen seiner Einstülpungsränder geschlossen und wird durch eine ventrale Einbuchtung in einen horizontalen und vertikalen Hohlraum zerlegt, von denen letzterer durch eine laterale Falte noch einmal unvolständig geteilt ist. Die Hakenhaare, welche den Statolithenhaaren der Macruren homolog sind, befinden sich proximal etwas in die Statocystenwand eingesenkt. Die Fadenhaare bilden eine bogenförmige Reihe auf dem ventralen Buckel, während die Gruppenhaare die laterale Ventralseite einnehmen. Statolithen fehlen dem ausgewachsenen Tier, werden jedoch im Megalopestadium, sowie kurz nach der Häutung, wenn sich also die Cystenöffnung noch nicht geschlossen hat, als Sand vorgefunden. — Dieselbe Ausbildung wie bei Carcinus, zeigt nach Hensen das Gleichgewichtsorgan von *Platycarcinus* (= *Cancer*) *pagurus*.

Verschiedene Statocystentypen kommen auch bei den litoralen Xanthiden vor. *Eriphia laevimana* hat eine offene

Statocystenspalte ohne Schutzborsten. Desungeachtet ist das Säckchen in der wiederholt geschilderten Weise in zwei aufeinander senkrecht stehende Hälften geteilt, so daß eine dynamische Funktion trotz der Öffnung wohl denkbar wäre. Tatsächlich finden sich auch keine Statolithen im Innern. (Abb. 32). — Bedeutend enger ist der Spalt bei der kleinen, hart verkalkten *Actaea calculosa M.E.* aus Nagasaki und bei *Chlorodius niger F.*, kaum mehr zu erkennen, also praktisch geschlossen, bei *Atergatis roseus* aus Massaua. Alle drei genannten Formen besitzen eine Statocyste, die in der typischen Art durch eine tiefe, ventrale Einbuchtung in zwei Hohlräume zerfällt, was allem Anschein nach, neben dem Mangel an Statolithen für eine dynamische Wirkung spricht. (Abb. 33, 34, 35). — Schließlich hat *Liomera cinctimana Ad.* eine sehr enge und flache Statocyste, welche aus zwei im Winkel von 90° zusammenstoßenden Hälften besteht, deren Wände reich mit Sinneshaaren versehen sind. Jede Verbindung mit der Außenwelt ist verschwunden und wir haben hier das Ideal einer Dynamocyste vor uns. (Abb .36). — Hensen gibt für *Pilumnus hirtellus Trapezia* und *Chlorodius* dieselbe Statocystenform wie für Carcinus an.

Die Gonoplaciden weisen zwei entgegengesetzte Formen auf. *Gonoplax angulata Fabr.* von Monaco besitzt eine weit geöffnete Statocyste mit Schutzborsten über dem Spalt. Der Öffnung stellen sich von innen ventrale Falten entgegen, deren bedeutendste den Sack in einen vorderen schmalen und einen hinteren weiten Teil zerlegt, welcher an seiner Basis Sinneshaare und einige Sandkörner enthält. Also trotz der guten Gliederung rein statische Funktion. (Abb .37). — Doflein fand bei *Geryon affinis M.E. u. Bouv.* eine große, geschlossene Statocyste, in der tiefe Einstülpungen drei Kanäle erzeugen, die aufeinander senkrecht stehen und ungefähr den Dimensionen des Raumes entsprechen.

Zu den Catometopen des älteren Systems übergehend, müssen wir besonders den Pinnotheriden Beachtung schenken, da sie ein halbparasitisches Dasein in Muscheln, Echinodermen, Korallen, Wurmröhren usw. führen. *Pinnotheres pisoides*

Ortm. hat eine geschlossene Statocyste. Doch berühren die Ränder der Einstülpung einander nur leicht und gehen nicht weit in die Tiefe des Basalgliedes. Immerhin ist das Bläschen durch eine größere ventrale und dorsale Einbuchtung gut gefaltet, so daß eine dynamische Reizung der Sinneshaare durchaus wahrscheinlich ist. (Abb. 38). — Im Widerspruch hierzu stehen die Angaben Hensens, daß bei *Pinnotheres pisum* die Statocysten in Anpassung an die veränderten Lebensbedingungen rudimentär seien. Bei dem kleinen *Xenophthalmus pinnotheroides White* von Manila sind jedenfalls nicht nur die zweiten, sondern auch die ersten Antennen samt den Statocysten vollständig rückgebildet.

Die zwei nächsten kleinen Familien, die Retroplumiden und Paliciden enthalten nur wenige, seltene Arten, so daß von einer Untersuchung der statischen Organe hier abgesehen werden mußte.

Dagegen bieten die Grapsiden wieder reichlich Material zum Studium und zwar sowohl aus litoralen und subpelagischen Meereszonen, wie auch aus dem Süßwasser. Von den untersuchten Arten besitzt nur mehr *Geograpsus lividus Stormi* eine offene Statocyste mit sehr schmalem Spalt, neben dem einige Schutzborsten stehen. Da aber das Bläschen unverkennbar eine breite ventrale Falte aufweist und keine Statolithen enthält, müssen ähnliche Verhältnisse, wie bei den Xanthiden vorliegen. (Abb. 39). — Einen gewissen Fortschritt zeigt hierin die aus einem warmen Fluß bei Ito stammende Süßwasserkrabbe *Eriocheir japonicus d. H.*, indem hier noch ein deutlicher, wellenförmig gebogener Einstülpungsspalt sichtbar ist, der sich jedoch nach innen immer mehr verengt und endlich schließt, ohne daß eine Verschmelzung seiner Wände zustande kommt. Die Statocyste hat außer einem doppelten ventralen, noch einen schwächeren lateralen Buckel, wirkt also zweifellos dynamisch. (Abb. 40). Noch weiter ist dieser Typus vervollkommnet bei *Sesarma dekaani M.E.* aus der Sagamibai. Der Statocysteneingang ist durch die mit großen Flächen aneinanderliegenden Wände der Einstülpungsstelle vollständig geschlossen und das Bläschen ventral, wie lateral tief eingebuchtet. Es besitzt die

typische Ausbildung einer hochentwickelten Dynamocyste. (Abb. 41). — Für den freischwimmenden Nautilograpsus (Planes) und die Landkrabben *Grapsus* und *Gelasimus* schließlich gibt Hensen wieder dieselbe geschlossene Statocystenform, wie für Carcinus an.

Auch die landbewohnenden und teilweise im Boden wühlenden Geocarciniden stehen, was ihre Statocyste betrifft, auf der höchsten Stufe der Entwicklung. Der Verschluß des Bläschens ist vollkommen, wie bei Sesarma. Bei *Gecarcinus ruricola* besitzt es tiefe ventrale Einstülpungen und bei *Cardisoma armatum* zwei solche sowie eine laterale. (Abb. 42, 43).

Was schließlich die Ocypodiden betrifft, so sehen wir in ihnen die höchstentwickelte Brachyuren- und wahrscheinlich Crustaceenfamilie überhaupt vor uns. Ihre Vertreter leben amphibisch am Ebbestrand oder ausschließlich auf dem Lande. Bemerkenswert ist, daß bei *Ocypode Stimpsoni Ortm.* aus Tsingtau die ganze zweite Antenne und alle Glieder der ersten rudimentär sind, bis auf deren ovales Basalglied, welches mächtig entwickelt ist und offenbar nur noch als Träger der Statocyste fungiert. Deren Verwachsungsstelle mit der äußeren Antennenwand ist teils kompliziert geschlossen, teils nahezu offen und erstreckt sich über einen großen Teil des Basalgliedes. Der Sack ist flach und allseitig reich gefältelt, hat aber keine Ventralfalte, die ihn in zwei Hohlräume teilt. Auf seiner ganzen Innenwand stehen statische Haare, welche ohne Zweifel den Zweck haben, die Reibungen der Endolymphe mit der welligen Wand des Sackes zu perzipieren. (Abb. 44). — *Ocypode aegyptiaca Gerst.* zeigt ganz ähnliche Einrichtungen. Das Basalglied der ersten Antenne ist allein erhalten. Seine Einstülpungsfurche ist kürzer als bei O. Stimps. und tief gespalten. Der so gebildete Eingang schließt sich jedoch kurz vor der Statocyste. Diese stellt wie die vorige einen flachen, faltigen Sack dar, welcher sich nur in der Horizontalebene erstreckt und verhält sich auch im übrigen genau wie jene. (Abb. 45). — Bei *Myctiris* endlich fand Hensen eine rudimentäre Statocyste, wie bei Pinnotheres pisum.

Ergebnis.

In den vorliegenden Ausführungen wurden mit Ausnahme einiger kleiner, seltener Familien, sämtliche Brachyurenfamilien in ihren wichtigsten Vertretern berücksichtigt. Es dürfte deshalb wohl möglich sein, auf Grund dieser Untersuchungen ein vergleichend morphologisches Bild der Statocystenverhältnisse bei den Krabben zu gewinnen. Folgende fünf Grundformen treten uns in phylogenetischer Reihenfolge mit verschiedenen Modifikationen und Übergängen entgegen:

1. Statocysten mit weiter Öffnung, einfachem, fast ungefaltetem Sack, Schutzhaaren und Fremdkörperstatolithen. Sie stellen die primitivste Entwicklungsform dar und bilden einen allgemeinen Übergang von den Verhältnissen bei den Macruren zu denjenigen der Brachyuren. Man findet sie deshalb auch bei den niedrigsten Formen, den Dromiaceen und sonst hauptsächlich bei Bewohnern des tiefen Meeresgrundes (Dorippiden). Sie treten auch zu Beginn der Entwicklung im Larvenstadium aller Krabben auf.

   Die Anfänge einer Differenzierung machen sich durch Verengung der Öffnung geltend, zu der allmählich eine stärkere Faltung der Cystenwand kommt. Sandkornstatolithen werden noch eingeführt, jedoch in beschränkterer Anzahl.

2. Statocysten mit sehr enger, spaltförmiger Öffnung, ohne Schutzhaare und Statolithen. Sie lassen sich aus den vorigen ableiten, indem sich die Öffnungsränder gegenseitig so weit nähern, daß das Eindringen von Sand und dergleichen unmöglich wird. Die Faltung der Bläschenwand wird allmählich tiefer. Diese Form kommt bei vielen Familien vor, namentlich bei Süßwasser- und Landkrabben (Potamoniden und Grapsiden).

3. Geschlossene Statocysten mit einfach aneinandergelegten Rändern ohne Statolithen. Sie sind schon ziemlich kompliziert

gefaltet unnd finden sich bei den meisten Brachyuren. Hansen betrachtete sie deshalb als Grundform der Krabbenstatocyste überhaupt und bezeichnete sie nach ihrem Vorkommen bei den Carciniden kurzweg als Carcinustyp. Sowohl Grundbewohnern (Lambrus, Geryon) und Schlammformen (Orithyia), wie Strandbewohnern (Pleistacantha, Chionoecetes, Corystes, Carcinus, Atergatis, Sesarma u. a.) und Landformen Ocypode, Gecarcinus, Cardisoma), als auch typischen Schwimmkrabben (Neptunus, Polybius, Portunus, Thalamita) ist er eigen. — Vereinzelt und wohl auf primitiverer Stufe steht hier Maja mit einem (nach Kinzig) sphärischen Statolithen.

4. Geschlossene Statocysten, deren Öffnungsränder zu einer einheitlichen Leiste verschmolzen sind, ohne Statolithen. Dieselben stehen auf der höchsten Stufe der Ausbildung, sind reich gefaltet und gewunden. Wir finden sie ebenfalls bei den verschiedensten Familien vertreten und zwar bei Grund- (Cyrtomaja, Scyramathia, Achaeus, Pisa), Sand- (Dorippe) und Strandformen (Leucosia, Philyra, Liomera, Thia).
5. Geschlossene Statocysten ohne direkten Zusammenhang mit der Antennenwand mit sphärischen Statolithen. Ihr Auftreten beschränkt sich auf die antarktischen Hymenosomiden Halicarcinus und Hymenosoma und scheint bereits eine Rückbildung dieser Sinnesorgane einzuleiten.

Das Vorhandensein verschiedener Statocystenformen in ein und derselben Familie, wie bei den Maiiden und Xanthiden, kann nur durch verschiedene Lebensbedingungen der betreffenden Gattungen erklärt werden. Leider fehlen zum biologischen Studium der meisten Krabben noch die oft schwierigen Beobachtungen ihrer Lebensgewohnheiten. Es mußte daher vorläufig von einer Parallelisierung der Statocystenformen mit den jeweiligen Lebensverhältnissen, wie sie teilweise bei den Macruren möglich war, Abstand genommen werden.

Schlußfolgerungen.

Das statische Organ macht in der Crustaceenklasse einen allmählichen Entwicklungsgang von der einfachen Statocyste bis zur komplizierten Dynamocyste durch. Die primitivste Ausbildung ist ein offener Sack, in dem von außen eingeführte Fremdkörperstatolithen bei den jeweiligen Lageveränderungen des Tieres durch ihr Gewicht verschiedene statische Receptoren reizen. Es läßt sich nun genau verfolgen, wie die Öffnung des Sackes durch die gegenseitige Annäherung ihrer Ränder enger und demzufolge die Masse der Statolithen geringer wird. Dieser Umstand wieder verursacht eine immer weitergreifende Ausschaltung von Hakenhaaren, welche zum Tragen der Statolithen dienten. Solcherweise funktionslos gewordene Hakenhaare können, wenn die Belastung fehlt, zarter und länger und damit zu Fadenhaaren werden, welche ja die reihenförmige Anordnung der Crista statica noch beibehalten. Ein Rest von Hakenhaaren bleibt in allen Statocysten erhalten, während die unregelmäßigen Gruppenhaare wohl Neubildungen sind. Mit dem Wegfall der Statolithen und dem Verschluß der Öffnung tritt ganz von selbst ein Funktionswechsel ein. Die empfindlichen Fadenhaare können ohne weiteres die Verschiebungen der Endolymphe, welche nach dem Beharrungsgesetz die Schwankungen des Tierkörpers nur verzögert mitmacht, aufnehmen und mittels ihrer nervösen Unterlage zur Wahrnehmung bringen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung wird die Reibung zwischen Endolymphe und Statocystenwand durch verschiedene Einfaltungen derselben vergrößert. Namentlich wölbt sich die Ventralwand tief ein, wodurch die Stellung der auf ihr befindlichen Fadenhaare eine äußerst exponierte wird. Auch die Gruppenhaare werden durch eine laterale Einbuchtung gegen das Zentrum des Bläschens vorgeschoben und auf diese Weise eine intensive Raumempfindung immer mehr gesichert. — Es erscheint unverständlich, warum

Prentiss bei der geschlossenen Statocyste die dynamische Funktion nicht anerkennen will und dafür den Sinneshaaren selbst eine statische Wirkung durch ihr eigenes Gewicht zuschreibt. Eine derartige Möglichkeit ist wohl bei dem Syncariden Anaspides Tasmaniae gegeben, dessen Statocystenhaare an ihrem Ende keulenförmig angeschwollen sind, aber bei den zartwandigen spitzen Sinneshaaren der Brachyuren ist das sicher nicht der Fall.

Literatur.

1. V. Hensen, Studien über das Gehörorgan der Decapoden. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIII. pp. 319—402, Taf. 19 bis 22.) Leipzig 1863.
2. C. W. Prentiss, The Otocyst of Decapod Crustacea: Its Structure, Developement and Function. Cambridge U.S.A. 1901.
3. R. Leuckart, Über die Gehörwerkzeuge der Krebse. (Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 19, Bd. 1; pp. 253—265.) 1853.
4. R. Leuckart, Über das Gehörorgan der Decapoden. (Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 25. Bd. 1. pp. 265—266 Taf. 7.) 1859.
5. A. Farre, On the Organ of Hearing in Crustacea. (Phil. Trans. London Vol. 1843 pp. 233—242.) London 1843.
6. H. Kinzig, Untersuchungen über den Bau der Statocysten einiger dekapoder Crustaceen. (Inaugural-Dissertation.) Heidelberg 1918.
7. T. Beer, Vergl. physiol. Stud. zur Statoc. Funkt. I. Über d. angebl. Gehörsinn u. d. angebl. Gehörorg. d. Crust. (Arch. f. ges. Physiol. Bd. 73 pp. 1—41.) 1898.
8. A. Thienemann, Statocysten bei Anthura gracilis. (Zool. Anz. XXVI. pp. 406—410, 2 Fig.) Leipzig 1903.
9. A. Bethe, Die Otocyste von Mysis. (Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 8, pp. 544—564, Taf. 37.) Jena 1895.
10. F. Doflein, Beschr. v. Sinnesorg. v. Tiefseekrabben. (Ber. d. Deutschen Tiefsee-Expedition.) 1903.
11. R. Hesse u. F. Doflein, Tierbau und Tierleben. (I. u. II. Bd.) Leipzig u. Berlin 1910 u. 1914.
12. Brehms Tierleben, Niedere Tiere (4. Aufl.). Leipzig 1918.
13. C. Chun, Aus den Tiefen des Weltmeeres (2. Aufl.). Jena 1903.

14. A. Kühn, Die Orientierung der Tiere im Raum. Jena 1919.
15. W. v. Buddenbrock, Über die Orientierung der Krebse im Raum. (Zool. Jahrb., Bd. 34 Physiol.) Jena 1914.
16. R. Demoll, Die Sinnesorgane der Arthropoden, ihr Bau und ihre Funktion. Braunschweig 1917.
17. W. C. Calman, Crustacea (Treatise on Zoology Part. VII. Appendiculata. 3. Fascicle.) London 1919.
18. H. Balß, System der Crustaceen (Manuskript). 1924.

Lebenslauf.

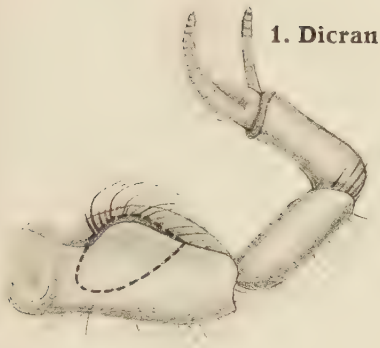
Geboren am 31. VIII. 1901 zu Füssen in Bayern als Sohn des prakt. Arztes Dr. Eduard Sesar, besuchte ich vom 6.—9. Lebensjahr die dortige Volksschule. 1911—17 war ich an der Realschule Landsberg a. L. und kam nach Absolvierung derselben an die Kreisoberrealschule Würzburg, wo ich drei Jahre bis zur Reifeprüfung verbrachte. Nach dem Abiturium 1920 bezog ich die Universität München und widmete mich bis 1924 dem Studium der Naturwissenschaften. Den ersten Teil der Prüfung für den Unterricht in Chemie, Biologie und Geographie legte ich im X. 1924 ab, beteiligte mich sodann am pädagogischen Seminar des Alten Realgymnasiums München und bestand im Juli 1925 den zweiten Teil der Lehramtsprüfung. Hierauf wurde ich im staatlichen Vorbereitungsdienst an der Oberrealschule Amberg vom IX. 1925 bis V. 1926 verwendet. Dazwischen hatte ich Unterrichtsaushilfe zu leisten am Gymnasium Passau vom IX.—X. 1925 und an Realschule und Progymnasium Rothenburg o. T. vom XI. 25. bis III. 26. In Amberg war ich einige Wochen an der Heeresfachschule tätig. Seit V. 1926 bin ich im Vorbereitungsdienst am Gymnasium St. Stephan in Augsburg beschäftigt.

Max Sesar.

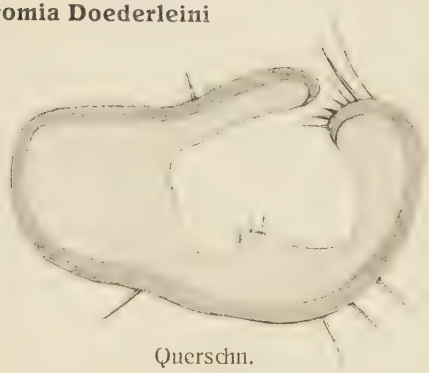
Textdruck von Hieronymus Mühlberger, Augsburg.
Lichtdrucktafeln von J. B. Obernetter, München.

I

1. Dicranodromia Doederleini



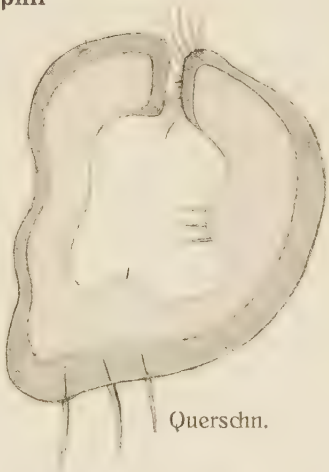
l. Ant. dors.



Querschn.

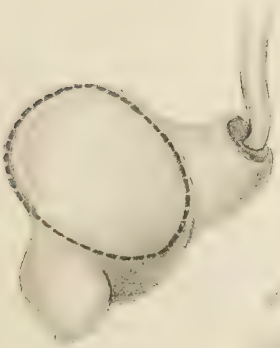
2. Dromia Rumphii

l. Ant. dors.



Querschn.

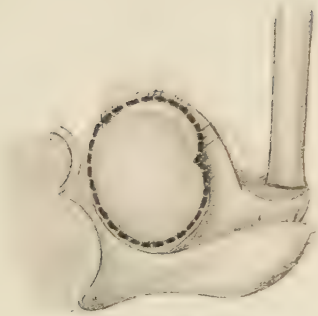
3. Latreillia phalang.



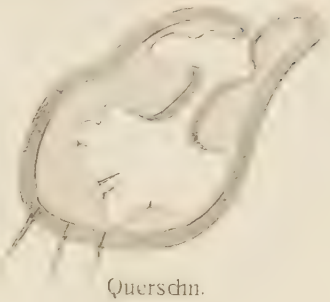
l. Ant. dors

Querschn.

4. Homola barbata var. H.

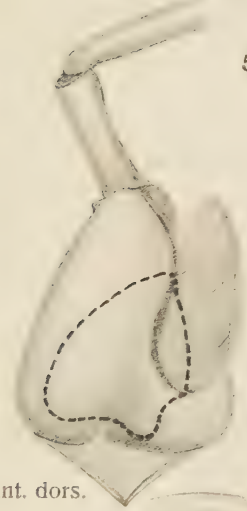


l. Ant. dors.



Querschn.

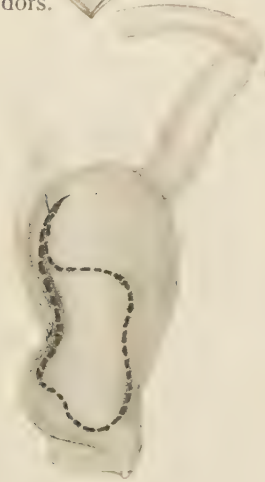
5. Dorippe doripes



r. Ant. dors.

Querschn.

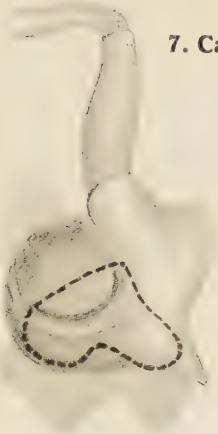
6. Lyreidus tridentatus



l. Ant. dors.

Querschn.

7. Calappa hepatica

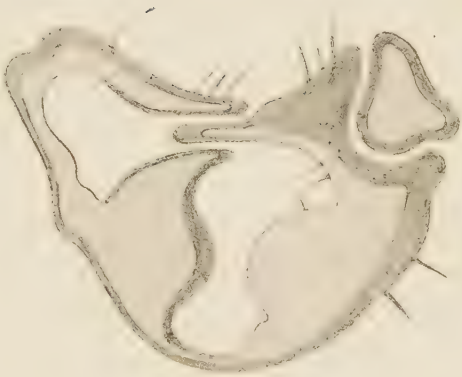


l. Ant. dors.

Querschn.

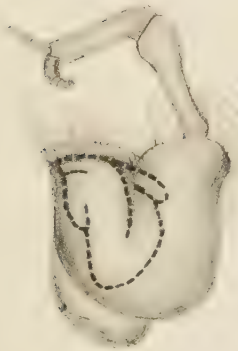
8. Matuta Banksii

l. Ant. dors.

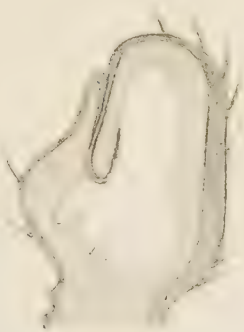


Querschn.

9. Orithyia mamillaris



l. Ant. dors.



Querschn.

IV

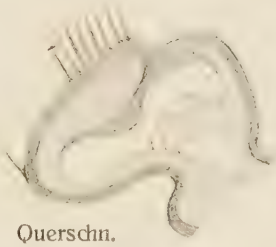
10. Leucosia obtusifrons

l. Ant. dors.

Querschn.

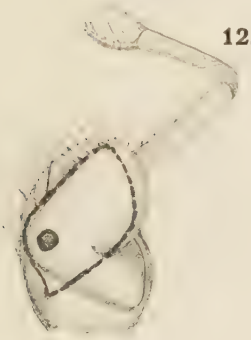
11. Philyra scabriuscula

r. Ant. dors.



Querschn.

12. Hymenosoma orbiculare



l. Ant. dors.

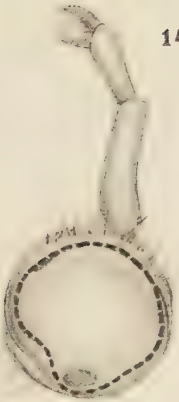
Querschn.

13. Halicarcinus planatus

l. Ant. dors.

Querschn.

14. Pleistacantha Sancti Johannis

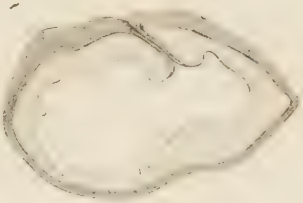


l. Ant. dors.

Querschn.

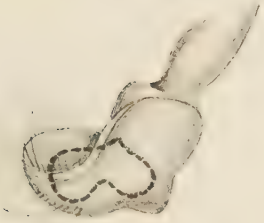
15. Chionoecetes opilio

l. Ant. dors.



Querschn.

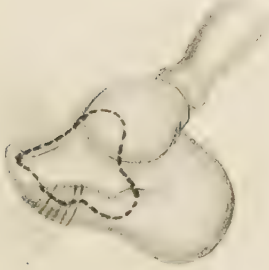
16. Pugettia quadridens



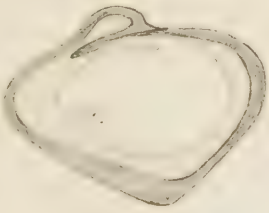
l. Ant. dors.

Querschn.

17. Hyas araneus

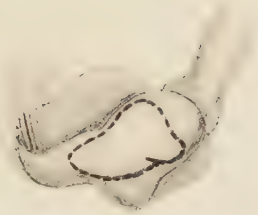


l. Ant. dors.

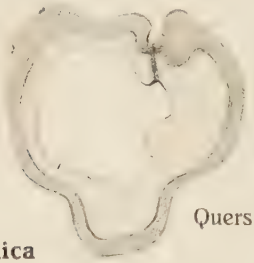


Querschn.

18. Scyramathia Hertwigi

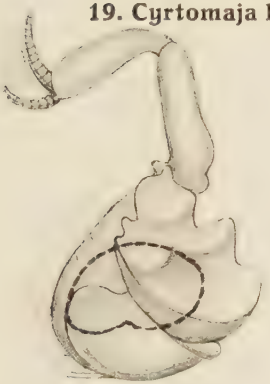


l. Ant. dors.



Querschn.

19. Cyrtomaja horrida japonica



l. Ant. dors.

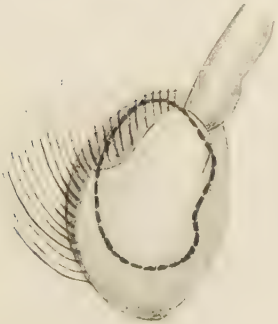
Querschn.

20. Pisa nodipes

l. Ant. dors.

Querschn.

21. Achaeus cranctii



l. Ant. dors.

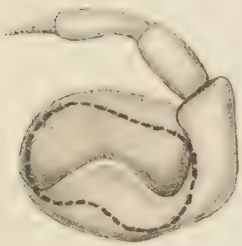
Querschn.

22. Lambrus longimanus

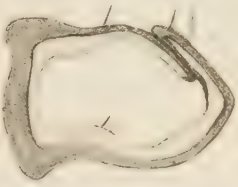
l. Ant. dors.

Querschn.

23. Ceratocarcinus japonicus



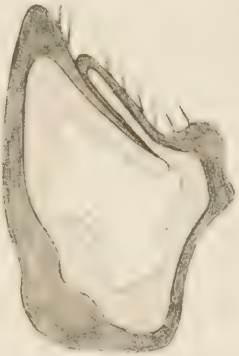
l. Ant. dors.



Querschn.

24. Corystes cassivellanus

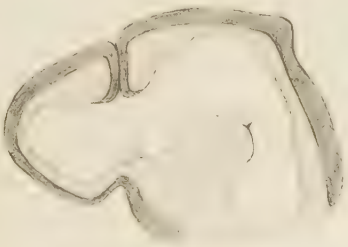
l. Ant. dors.



Querschn.

25. Polybius Henslowi

r. Ant. dors.



Querschn.

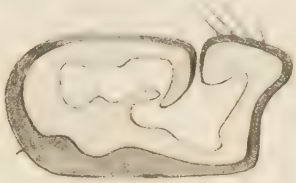
26. Potamon fluviatile

l. Ant. dors.

Querschn.

27. Potamocarcinus dentatus

l. Ant. dors.



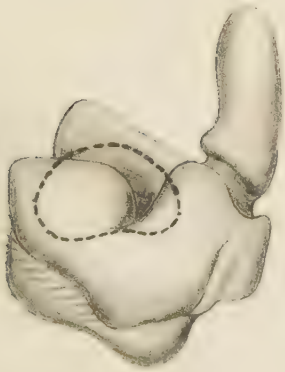
Querschn.

28. Trachycarcinus corallium

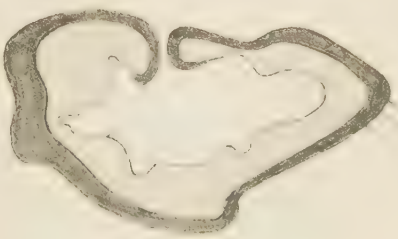
r. Ant. dors.

Querschn.

29. Atelecyclus rotundatus



l. Ant. dors.



Querschn.

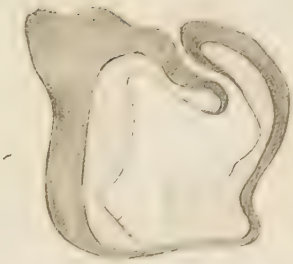
30. Thia polita

r. Ant. dors.

Querschn.

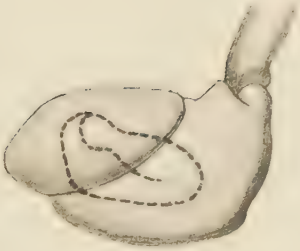
31. Cancer japonicus

l. Ant. dors.



Querschn.

32. Eriphia laevimana

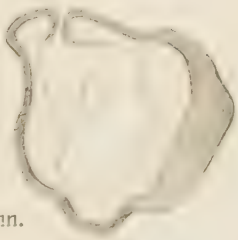


l. Ant. dors.

Querschn.

33. Actaea calculosa

l. Ant. dors.



Querschn.

34. Chlorodius niger

l. Ant. dors.

Querschn.

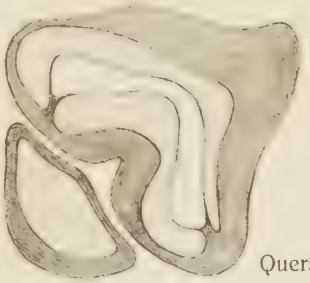
35. Atergatis roseus

l. Ant. dors.

Querschn.

36. Liomera cinctimana

l. Ant. dors.



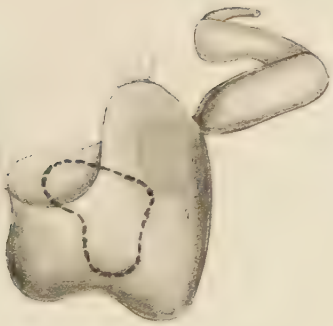
Querschn.

37. Gonoplax angulata

l. Ant. dors.

Querschn.

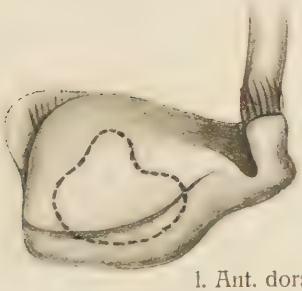
38. Pinnotheres pisoides



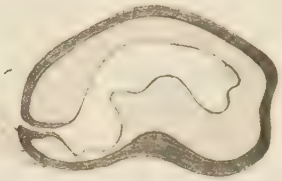
l. Ant. dors.

Querschn.

39. Geograpsus lividus

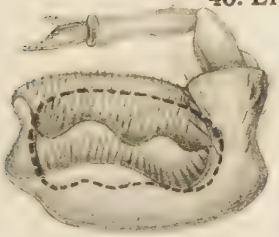


l. Ant. dors.

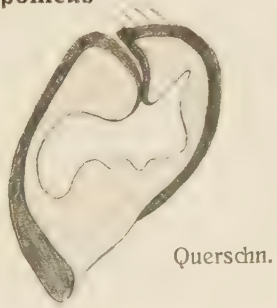


Querschn.

40. Eriocheir japonicus

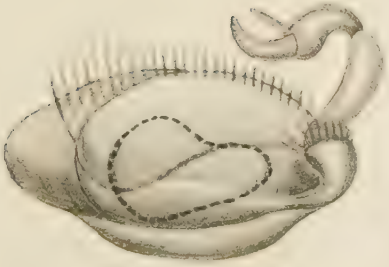


l. Ant. dors.

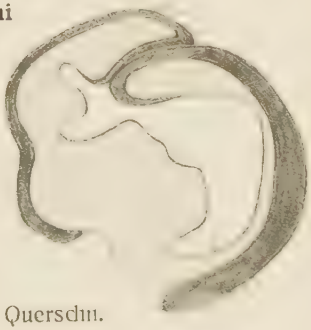


Querschn.

41. Sesarma dekaani

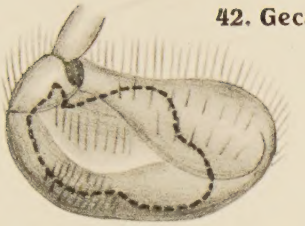


l. Ant. dors.

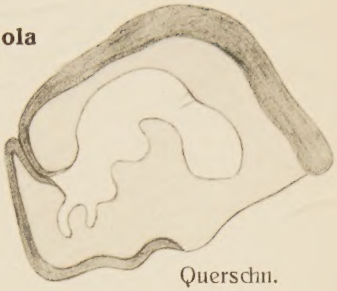


Querschn.

42. Gecarcinus ruricola

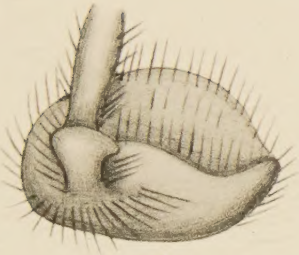


r. Ant. dors.

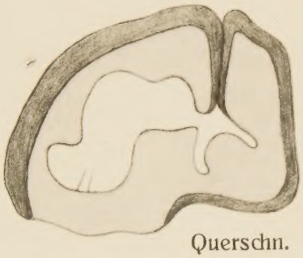


Querschn.

43. Cardisoma armatum

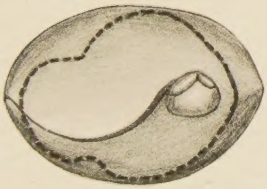


r. Ant. dors.

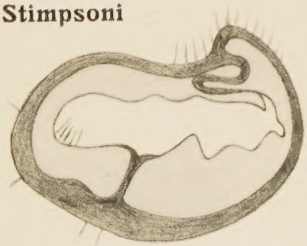


Querschn.

44. Ocypode Stimpsoni

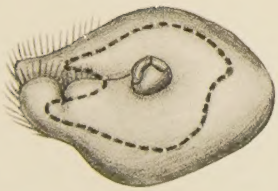


l. Ant. dors.

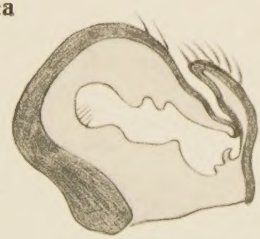


Querschn.

45. Ocypode aegyptiaca



l. Ant. dors.



Querschn.